

# 中国陆海系统协调度及经济互动效率评价研究

徐 胜

**摘要:** 陆海统筹发展研究需要剖析陆海协调度及其经济效率。通过构建陆海两个系统协调度评价指标体系及陆海经济互动效率指标体系,运用耦合协调模型和 DEA 评价方法,从经济效益、资源利用、生态环境、科技支撑四个维度分析中国陆海系统协调程度,总结陆海经济互动效率及规律。分析表明,中国陆海系统统筹协调经历了陆域滞后濒临失调—海域主导勉强协调—海域主导中级协调—陆域主导良好协调—陆域主导优质协调的整体渐变过程,同时陆海经济互动效率的区域性差异较大,存在资源配置和规模大小不合理、内陆地区用海水平低等问题,需要加强陆海综合发展统筹规划,提升产业对接和互补水平,发挥沿海地区在陆海协调发展中的核心作用。

**关键词:** 陆海系统; 耦合协调; 经济互动效率; 数据包络分析

## 一、引言与文献综述

作为陆海兼备的大国,中国的海洋意识起步较晚,陆海两系统在资源环境、经济发展、规划布局等方面存在协调不畅的问题。党的“十九大”报告中首次提出“坚持陆海统筹,加快建设海洋强国”,实现陆海互动互促、互依共生成为我国经济发展的必然趋势,陆海统筹是未来经济发展关键点。本文基于陆海统筹视角,综合考虑陆海系统资源环境特点,研究陆海系统综合协调水平以及经济互动效率。

关于陆海协调发展的研究,国内外学者的研究角度和出发点不尽相同。国内学者将“陆海统筹”作为协调发展的理念,侧重于定量评估陆海关联程度,分析海陆一体化必要性<sup>①</sup>。而国外学者提出了“海岸带综合管理”理论,侧重于研究海洋生态系统服务的经济价值<sup>②</sup>,以及社会政策、量化手段、管理模式的重要作用<sup>③</sup>。

目前有关陆海统筹发展的相关研究中,对陆海两个系统的协调状况以及经济互动效率的定量评价相对较少。既有的定量研究主要包含以下几方面:在协调水平测度方面,针对环渤海和两广等局部地区的陆海协调情况进行剖析<sup>④⑤</sup>,着重于分析陆海统筹时空差异及演化速度<sup>⑥</sup>,同时探究海陆产业

收稿日期: 2018-08-27

基金项目: 国家社科基金项目“中国海洋经济结构转型中的创新驱动效应研究”(15BJL037); 国家社科基金重大专项“新时代海洋强国指标体系与推进路径研究(18VHQ003)”。

作者简介: 徐胜,中国海洋大学教授,海洋发展研究院高级研究员(青岛 266100; xusheng@ouc.edu.cn)。感谢孙鹏静同学的前期研究工作。

① 徐质斌:《构架海陆一体化社会生产的经济动因研究》,《太平洋学报》2010年18期。

② Marre J. B., Thebaud O., Pascoe S., “Is Economic Valuation of Ecosystem Services Useful to Decisionmakers? Lessons Learned from Australian Coastal and Marine Management”, *Journal of Environmental Management*, 2016, 178, pp. 52-62.

③ Torres C., Hanley N., “Communicating Research on the Economic Valuation of Coastal and Marine Ecosystem Services”, *Marine Policy*, 2017, 75, pp. 99-107.

④ 杨羽頔、孙才志:《环渤海地区陆海统筹度评价与时空差异分析》,《资源科学》2014年第4期。

⑤ 梁俊杰、杨木壮:《广东省陆海系统耦合协调度及演化速度测算分析》,《海洋经济》2015年第5期。

⑥ 李梦、胡宝清、范航清:《基于耦合协调度模型的广西沿海地区陆海统筹度评价》,《海洋开发与管理》2017年第7期。

系统和经济系统的协调情况<sup>①②</sup>;在经济互动评价方面,尝试构建海陆经济共生演化模型,总结中国沿海各省海陆经济互动方式和特征<sup>③</sup>;效率评价方面,利用 DEA 评价方法,测算中国沿海地区海陆经济协调效率问题<sup>④⑤⑥</sup>。

综上所述,目前学界关于陆海协调度的评价通常围绕经济、产业层面开展,以沿海地区部分省市、经济区为研究对象,尚未有将沿海与内陆地区作为统筹发展的统一体并通过定量方法研究陆海协调水平。因此,本文突破以往研究的局限性,以评估国家层面陆海统筹实施现状为出发点,从经济效益、资源利用、生态环境、科技支撑四个维度构建综合立体的陆、海巨系统,选取 2003-2015 年相关数据,利用耦合协调模型对两系统间协调程度进行测评,并进一步分析海陆经济互动效率,以期对陆海统筹现状进行深入研究。

## 二、陆海系统协调度及经济互动效率评价模型构建

### (一)陆海系统协调度评价模型构建

耦合为物理学概念,指系统间通过相互影响达到互相协调的现象。耦合协调度模型能较为充分的考虑陆海两系统间动态交错的耦合关系。模型构建步骤如下:

第一步,极差标准化法消除原始数据量纲差异带来的影响。公式如下:

$$\text{正向指标标准化: } x'_{ij} = \frac{x_{ij} - \min(x_{ij})}{\max(x_{ij}) - \min(x_{ij})} \quad (1)$$

$$\text{负向指标标准化: } x'_{ij} = \frac{\max(x_{ij}) - x_{ij}}{\max(x_{ij}) - \min(x_{ij})} \quad (2)$$

式中  $x_{ij}$  为第  $i$  个维度的第  $j$  项指标值,  $x'_{ij}$  为其无量纲化后的数值。

第二步,熵值法确定权重。公式如下:

$$E_j = -\frac{1}{\ln n} \sum_{i=1}^n \left( \frac{x_{ij}}{x_i} \ln \frac{x_{ij}}{x_i} \right), x_i = \sum_{i=1}^n x_{ij} \quad (2)$$

$$W_j = \frac{1 - E_j}{\sum_{n=1}^n (1 - E_j)} \quad (3)$$

式中,  $x_{ij}$  为第  $i$  个样本的第  $j$  项指标值,  $n$  为样本总数,  $m$  为指标个数。

第三步,综合加权平均法计算陆海系统综合得分。公式如下:

$$f(x) = \frac{\sum_{i=1}^n p_i x_i}{n}, g(y) = \frac{\sum_{i=1}^n q_i y_i}{n} \quad n = 1, 2, 3, 4 \quad (4)$$

式中,  $f(x)$ 、 $g(y)$  分别为陆域系统和海域系统综合评价函数,  $p_i$ 、 $q_i$  分别为陆域和海域系统指标权重。

第四步,计算耦合协调度。公式如下:

$$C = 2 \left\{ \frac{f(x) \times g(y)}{[f(x) + g(y)]} \right\}^{\frac{1}{2}} \quad (6)$$

$$D = (C \times T)^{\frac{1}{2}}; T = \alpha f(x) + \beta g(y) \quad (7)$$

① 盖美、刘伟光、田成诗:《中国沿海地区海陆产业系统时空耦合分析》,《资源科学》2013年第5期。

② 赵昕、南旭、袁顺:《巨系统视角下的海陆耦合协调机制研究》,《生态经济》2016年第8期。

③ 董少彧:《“陆海统筹”视域下的我国海陆经济共生状态研究》,辽宁师范大学硕士学位论文,2017年。

④ 周乐萍:《基于海陆统筹的辽宁省海陆经济协调持续发展评价及演进特征分析》,《经济与管理评论》2015年第2期。

⑤ 于颖:《基于海陆统筹的浙江省海陆经济互动效率研究》,浙江大学硕士学位论文,2016年。

⑥ 王冲、谢友才:《基于 DEA 窗口模型的沿海地区海陆经济协调发展研究》,《科技与经济》2018年第3期。

式中,  $C \in [0, 1]$ , 为耦合度;  $D$  为耦合协调度;  $T$  为反映两系统对整体贡献的综合协调指数;  $\alpha, \beta$  为待定系数, 因为本文研究的仅陆域和海域两个系统, 为不失一般性, 假设陆域系统与海域系统重要程度相当, 因而  $\alpha = \beta = 0.5$ 。耦合协调度  $D$  值越大, 两系统间的协调程度越高, 陆海统筹状况越佳。本文对耦合协调度的评定标准与等级划分, 如表 1 所示。

表 1 耦合协调度等级划分表

等级	耦合协调度数值	耦合协调程度	等级	耦合协调度数值	耦合协调程度
1	0.900-1.000	优质协调	6	0.400-0.499	濒临失调
2	0.800-0.899	良好协调	7	0.300-0.399	轻度失调
3	0.200-0.299	中级协调	8	0.200-0.299	中度失调
4	0.600-0.699	初级协调	9	0.100-0.199	严重失调
5	0.500-0.599	勉强协调	10	0.000-0.099	极度失调

### (二) 陆海经济互动效率评价模型构建

为探究陆海两系统经济互动效率, 采用数据包络分析( DEA )模型以提供稳健的评价。假设共有  $n$  个决策单元, 构建 DEA-BC<sup>2</sup> 模型公式如下:

$$\begin{cases} \min[\theta_c - \epsilon(e_1^T s_i^- + e_2^T s_r^+)] \\ \text{s. t.} \\ \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + s_i^- = \theta_v x_{i0} \\ \sum_{j=2}^n y_{rj} \lambda_j - s_r^+ = y_{r0} \\ \sum_{j=3}^n \lambda_j = 1 \\ s_i^- \geq 0, s_r^+ \geq 0, \lambda_j \geq 0 \end{cases} \quad (8)$$

式中,  $e_1^T \in E_m$  和  $e_2^T \in E_k$  分别为  $m$  维、 $k$  维单位向量空间;  $x_{ij}$ 、 $y_{rj}$  分别为第  $j$  个决策单元的第  $i$  项投入和第  $r$  项产出;  $s_i^-$ 、 $s_r^+$  分别为松弛变量和剩余变量;  $x_{i0}$ 、 $y_{r0}$  分别为第  $j_0$  决策单元的投入值和产出值;  $\theta_c$  为综合效率指数,  $\theta_v$  为纯技术效率;  $\lambda_j$  为权重变量;  $\epsilon$  为非阿基米德无穷小量。

用  $\theta_s$  表示规模效率, 其值  $\theta_s = \theta_c / \theta_v$ 。若纯技术效率  $\theta_v$  和规模效率  $\theta_s$  同时为 1, 那么决策单元为 DEA 有效; 若只有一个值为 1, 则为弱 DEA 有效;  $\theta_v$  和  $\theta_s$  均不为 1, 那么决策单元非 DEA 有效。

## 三、中国陆海系统协调度和经济互动效率实证分析

### (一) 指标体系构建

#### 1. 陆海系统协调度评价指标体系

陆海协调是指两系统在经济、资源、环境、社会等方面和谐共生, 既能实现经济发展, 又能维护资源环境的可持续性。本文参考杨羽嶝等(2014)在环渤海地区陆海统筹度评价中建立的指标体系, 依据科学性、充分性、可行性、必要性的原则, 从经济效益、资源利用、生态环境、科技支撑四个维度补充构建陆海两系统协调程度评价指标体系, 如表 2 所示。

在四个维度的指标选取中, 尽量满足陆域系统与海域系统的直接比较, 同时注重指标对相应维度的代表性。第一维度: 经济效益维度表征陆海两系统的经济发展状况, 能为其他维度的改善提供资金支持。第二维度: 资源利用维度表征陆海两系统可用于社会经济活动的资源总量, 为系统综合发展提供物质基础。第三维度: 生态环境维度表征陆海两系统的空间承载力, 维度指标选取涉及污染与治理两方面。第四维度: 科技支撑维度表征陆海两系统在科学技术方面的实力和潜力, 表现在资金投入、人才培养、成果产出等方面。

表 2 陆海系统协调度评价指标体系

功能层	系统层	维度层	指标层	指标含义	性质
陆海系统协调度评价指标体系	陆域系统 X	经济效益 X <sub>1</sub>	X <sub>11</sub> GDP 增长率(%)	经济增长速度	正向
			X <sub>12</sub> 全社会固定资产投资(亿元)	固定资产投资规模	正向
			X <sub>13</sub> 居民人均可支配收入(元)	居民可用于自由支配的收入	正向
			X <sub>14</sub> 进出口总额(万美元)	对外贸易总规模	正向
		资源利用经 X <sub>2</sub>	X <sub>21</sub> 人均水资源量(m <sup>3</sup> /人)	水资源总量/人口总量	正向
			X <sub>22</sub> 耕地面积(亿亩)	种植农作物的土地面积	正向
			X <sub>23</sub> 能源生产总量(万 t 标准煤)	一次能源的生产量	正向
			X <sub>24</sub> 全国就业人员数(万人)	劳动力就业数量	正向
		生态环境 X <sub>3</sub>	X <sub>31</sub> 废水排放总量(亿 t)	工业、第三产业和城镇居民生活用水排放总量	负向
			X <sub>32</sub> 生活垃圾清运量(万 t)	能够被清运的生活垃圾数量	正向
			X <sub>33</sub> 人均公园绿地面积(m <sup>2</sup> )	公共绿地面积/居民总数	正向
			X <sub>34</sub> 全国环境污染治理投资总额(亿元)	环境污染治理投入总额	正向
		科技支撑 X <sub>4</sub>	X <sub>41</sub> R&D 经费支出占 GDP 比重(%)	研究与试验发展活动经费/国内生产总值	正向
			X <sub>42</sub> 普通高等学校在校学生数(人)	高校在校生数量	正向
			X <sub>43</sub> 专利授权数(件)	获得专利权数量	正向
			X <sub>44</sub> 技术市场成交额(亿元)	实际技术交易额	正向
	海域系统 Y	经济效益 Y <sub>1</sub>	Y <sub>11</sub> 海洋生产总值(亿元)	海洋经济活动总量	正向
			Y <sub>12</sub> 海洋生产总值占 GDP 比重(%)	海洋生产总值/国内生产总值	正向
			Y <sub>13</sub> 滨海旅游业增加值(亿元)	滨海旅游收入 * 增加值率	正向
			Y <sub>14</sub> 沿海主要港口货物吞吐量(万 t)	经海运输出或输入装卸货物总和	正向
		资源利用 Y <sub>2</sub>	Y <sub>21</sub> 海洋捕捞产量(t)	天然海水动植物捕捞量	正向
			Y <sub>22</sub> 海水养殖面积(km <sup>2</sup> )	养殖鱼、虾、蟹、藻等使用的海域面积	正向
			Y <sub>23</sub> 海洋原油产量(万 t)	海上原油开采量	正向
			Y <sub>24</sub> 主要海洋产业职工数(万人)	海洋渔业、海洋交通运输业等产业就业人数	正向
		生态环境 Y <sub>3</sub>	Y <sub>31</sub> 直排入海工业废水总量(万 t)	工业废水直接排放入海数量	负向
			Y <sub>32</sub> 国家级海洋自然保护区数(个)	国家级海洋生物、生态系统、自然历史遗迹保护区数量	正向
			Y <sub>33</sub> 较清洁海域面积(万 km <sup>2</sup> )	符合二类海水水质的海域面积	正向
			Y <sub>34</sub> 沿海地区污染治理项目竣工数(个)	沿海已竣工污染治理项目总数	正向
科技支撑 Y <sub>4</sub>	Y <sub>41</sub> 海洋科研机构数(个)	从事海洋研究与开发的机构数	正向		
	Y <sub>42</sub> 海洋专业硕博毕业生数(人)	海洋专业毕业研究生人数	正向		
	Y <sub>43</sub> 海洋科技课题数(项)	海洋科技类研究课题数	正向		
	Y <sub>44</sub> 科研机构从业人员(人)	海洋科研机构工作人员总数	正向		

2. 陆海经济互动效率指标体系

海域系统为陆域经济发展提供了广阔的空间、良好的生态环境、丰富的资源等,陆域系统发展基础雄厚,为海洋经济提供资金、科学技术、劳动力等。本文选取投入与产出两大类评价指标,具体评价指标及其含义见表 3。

表 3 陆域经济与海域系统资源利用效率评价指标

指标属性	陆域经济利用海域系统资源效率		海洋经济利用陆域系统资源效率	
	指标	指标含义	指标	指标含义
投入指标	沿海主要港口货物吞吐量(万吨)	经海运输出或输入装卸货物总和	全社会固定资产投资(亿元)	固定资产投资规模
	直排入海工业废水总量(亿吨)	工业废水直接排放入海数量	R&D 经费支出(万元)	海洋研究与试验发展活动经费
	海洋捕捞产量(吨)	天然海水动植物捕捞量	涉海就业人数(万人)	从事海洋相关工作人数
产出指标	居民人均可支配收入(元)	居民可用于自由支配的收入	海洋生产总值(亿元)	海洋经济活动总量
	人均国内生产总值(元)	国内生产总值/总人口	海洋生产总值占 GDP 比重(%)	海洋生产总值/国内生产总值

(二)数据来源

采用 2003-2015 年间《中国统计年鉴》《中国海洋统计年鉴》《中国渔业统计年鉴》以及国家统计局等有关部门统计公报中的数据。考虑数据的准确性和可操作性,对部分数据进行了适当修正。

(三)陆海系统协调度测评

将原始数据代入公式(1)至(7),计算得出 2003-2015 年中国陆海两系统综合评价得分以及耦合协调度结果,具体结果见表 4。

表 4 陆海系统综合评价得分及耦合协调测算结果

年份	经济效益	资源利用	生态环境	科技支撑	综合得分	耦合协调度 D	耦合协调状况
2003	0.095/0.000	0.177/0.339	0.216/0.659	0.000/0.022	0.122/0.255	0.420	濒临失调
2004	0.136/0.087	0.115/0.424	0.283/0.246	0.047/0.021	0.145/0.195	0.410	濒临失调
2005	0.215/0.180	0.228/0.461	0.284/0.223	0.097/0.037	0.206/0.225	0.464	濒临失调
2006	0.302/0.288	0.185/0.286	0.233/0.514	0.148/0.232	0.217/0.330	0.517	勉强协调
2007	0.412/0.312	0.212/0.290	0.292/0.555	0.197/0.270	0.278/0.357	0.561	勉强协调
2008	0.340/0.352	0.282/0.319	0.370/0.637	0.251/0.303	0.311/0.403	0.595	勉强协调
2009	0.358/0.395	0.704/0.450	0.414/0.560	0.357/0.748	0.458/0.538	0.705	中级协调
2010	0.478/0.541	0.884/0.628	0.491/0.495	0.469/0.784	0.581/0.612	0.772	中级协调
2011	0.550/0.606	0.754/0.655	0.505/0.304	0.559/0.815	0.592/0.595	0.770	中级协调
2012	0.584/0.672	0.908/0.704	0.589/0.294	0.725/0.844	0.702/0.628	0.815	良好协调
2013	0.668/0.746	0.891/0.751	0.629/0.257	0.806/0.878	0.749/0.658	0.838	良好协调
2014	0.729/0.857	0.887/0.775	0.692/0.233	0.843/0.935	0.788/0.700	0.862	良好协调
2015	0.755/0.965	0.906/0.888	0.759/0.402	0.998/0.972	0.855/0.806	0.911	优质协调

1. 陆域系统和海域系统综合水平比较。2003-2015 年陆海两系统综合得分整体稳步递增。结合表 4 的测算结果可知,陆域系统综合得分从 2003 年的 0.122 增加至 2015 年的 0.855,年均增速 18.43%。其中,2003 年中国陆域系统综合得分最低,而 2015 年,除 GDP 增长率、人均水资源量不理



想,其余指标均处于较高水平,综合得分为研究期内最高。海域系统综合得分从2003年的0.255增长至2015年的0.806,年均增长11.34%,发展速度略低于陆域系统。我国开发和利用海洋较晚,数据结果也显示了这一变化历程。在2004年和2011年,海域系统综合得分较低,原因同为中国海洋开发阶段,以资源环境为代价的粗放型发展模式的弊病。具体情况见图1。

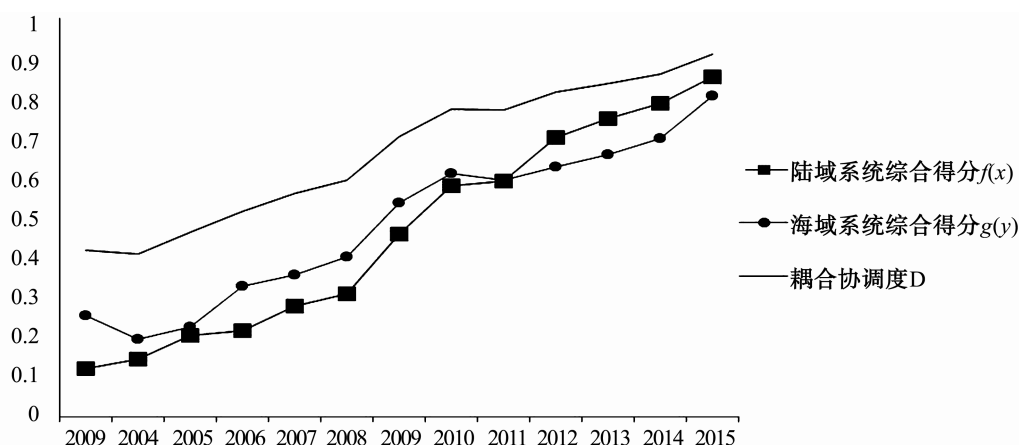


图1 中国陆海系统综合评价得分情况及耦合协调度趋势图

2. 陆域系统和海域系统耦合协调度分析。本文将耦合协调高于0.5的年份划分为  $f(x)/g(y) > 1$  时的陆域主导型和  $f(x)/g(y) < 1$  时的海域主导型,耦合协调度小于0.5的年份划分为  $f(x)/g(y) > 1$  时的海域滞后型和  $f(x)/g(y) < 1$  时的陆域滞后型。通过比值的相应变化可以发现,在2003-2015年间,中国推进陆海统筹经历了“陆域滞后濒临失调—海域主导勉强协调—海域主导中级协调—陆域主导良好协调—陆域主导优质协调”五个阶段,具体情况见表5。

表5 陆海系统统筹协调演化阶段

阶段	年份	耦合协调度	$f(x),g(y)$ 比值	演化类型	演化阶段
1	2003-2005	[0.420,0.464]	小于1	陆域滞后	濒临失调
2	2006-2008	[0.517,0.595]	小于1	海域主导	勉强协调
3	2009-2011	[0.705,0.770]	小于1	海域主导	中级协调
4	2012-2014	[0.815,0.862]	大于1	陆域主导	良好协调
5	2015	0.911	大于1	陆域主导	优质协调

总体而言,可以将我国海陆统筹发展划分为以下五个阶段:

(1)陆域滞后濒临失调阶段(2003-2005年)。海洋开发处于新兴阶段,陆域系统资源环境弊病显著,产业结构不合理、科技贡献率低等问题进一步阻碍了两系统的协调发展。

(2)海域主导勉强协调阶段(2006-2008年)。海洋经济发展速度高于国民经济,于2008年首次超过陆域系统,海洋资源和环境依旧保持优势,资金、技术、人才汇聚。而陆域系统在政策制度、基础设施、专业技术人才等方面,无法充分利用海域资源与空间便利,系统间不能较好协调。

(3)海域主导中级协调阶段(2009-2011年)。陆海系统协调度提升显著,得分差距逐渐缩小。海洋经济总值年均增速15.4%,经济效益得分领先陆域系统,但同时产生了海洋资源无序开发、海洋环境质量整体下降等问题,资源环境的衰退导致海域主导作用减弱。

(4)陆域主导良好协调阶段(2012-2014年)。此阶段陆海系统相互促进效果明显。“十二五”规划开局海洋经济率先步入发展“新常态”,陆域系统综合得分于2012年超越海域系统。2012年党的十

八大提出建设“海洋强国”的战略目标,在 2014 年海域系统实现增长发力。

(5)陆域主导优质协调阶段(2015 年以后)。2015 年陆海系统耦合协调度达到 0.911,处于优质协调状态,陆海系统间实现资源互补、发展并重。

(四)陆海经济互动效率测评

本文依据所建立的指标体系和模型,选取了 2015 年全国以及沿海 11 个省(市)的相应数据,分别计算分析陆域经济利用海域系统资源效率与海洋经济利用陆域系统资源效率。

1. 陆域经济利用海域系统资源效率分析。如表 6 所示,2015 年中国陆域经济利用海域系统资源的综合效率值为 0.046。各省(市)综合效率值最高为 1,最低为 0.246,平均值是 0.653。根据综合效率值大小划分等级,其中值为 1 的是一级,陆用海有效;处于 0.7 和 1 之间的为二级,无效程度轻微;介于 0.4 和 0.7 之间的为三级,无效程度中等;低于 0.4 的为四级,无效程度严重。按此标准,仅天津、江苏、上海、海南四省陆域经济利用海域资源效率属于一级,占沿海省(市)总数的 36.36%;广西和福建属于二级;浙江属于三级水平;辽宁、广东、山东、河北皆低于 0.4,属四级水平。可见中国沿海各省(市)间陆域经济利用海域资源效率差距较大。而全国综合效率值低于沿海省(市)平均值,表明中国内陆地区经济发展尚不能较好利用海域资源。

表 6 陆域经济利用海域系统资源效率评价结果(2015)

DMU	CRS	VRS	SCALE	RTS	DMU	CRS	VRS	SCALE	RTS
天津	1	1	1	Constant	浙江	0.45	0.485	0.928	Increasing
江苏	1	1	1	Constant	辽宁	0.371	0.488	0.76	Increasing
上海	1	1	1	Constant	广东	0.265	0.299	0.889	Increasing
海南	1	1	1	Constant	山东	0.256	0.36	0.713	Increasing
广西	0.817	1	0.817	Increasing	河北	0.246	0.539	0.457	Increasing
福建	0.782	1	0.782	Increasing	全国	0.046	0.066	0.701	Increasing

计算非 DEA 有效的决策单元的投入冗余率和产出不足率,辽宁、河北、山东、浙江、广东五省技术和规模均无效,投入冗余率和产出不足率较高,投入要素存在大量剩余,见表 7。现阶段五省规模报酬递增,需改善陆域经济对海域系统资源的配置,继续扩大投入产出规模。从全国层面来看,纯技术效率仅为 0.066,沿海主要港口货物吞吐量、直排入海工业废水总量、海洋捕捞产量冗余率均高达 90%以上,表明中国陆域经济对海域系统的空间、资源利用效率极低,海域系统承接陆域经济发展的环境成本极高。

表 7 陆域经济利用海域系统资源各决策单元的投入冗余率和产出不足率

DMU	投入冗余率			产出不足率	
	人均国内生产总值	沿海主要港口货物吞吐量	直排入海工业废水总量	海洋捕捞产量	居民人均可支配收入
全国	93.38%	93.30%	99.29%	41.82%	112.96%
辽宁	51.20%	51.56%	51.20%	19.48%	46.48%
河北	46.11%	93.97%	46.11%	61.15%	141.93%
山东	64.03%	64.02%	64.03%	23.21%	36.16%
浙江	51.50%	51.54%	94.89%	0	28.64%
广东	70.14%	70.08%	70.25%	0	29.45%

2. 海洋经济利用陆域系统资源效率分析。如表 8 所示,2015 年中国海洋经济利用陆域系统资源综合效率为 0.587,11 个省(市)最高值为 1,最低值为 0.481,平均值为 0.807。总的来看,海用陆效率高于陆用海。按照前文标准划分等级,天津、上海、福建、海南四省(市)属于一级,海洋经济活动效率最优;江苏和山东属于二级,无效程度轻微;辽宁、河北、广西、广东、浙江属于三级水平,无效程度中等。全国海洋经济对陆域系统资源利用的综合效率值为 0.587,高于最低的浙江省,同属三级水平。

表 8 海洋经济利用陆域系统资源效率评价结果(2015)

DMU	CRS	VRS	SCALE	RTS	DMU	CRS	VRS	SCALE	RTS
天津	1	1	1	Constant	辽宁	0.693	0.705	0.982	Increasing
上海	1	1	1	Constant	河北	0.692	1	0.692	Increasing
福建	1	1	1	Constant	广西	0.669	1	0.669	Increasing
海南	1	1	1	Constant	广东	0.63	1	0.63	Decreasing
江苏	0.985	1	0.985	Increasing	浙江	0.481	0.482	0.997	Increasing
山东	0.732	1	0.732	Decreasing	全国	0.587	1	0.587	Decreasing

计算非 DEA 有效的决策单元的投入冗余率和产出不足率,仅有辽宁和浙江两省的纯技术效率与规模效率均小于 1,为非 DEA 有效,两省陆域资源投入冗余率较高,海洋生产总值占 GDP 比重严重低于产出目标值。河北、江苏、广西、山东、广东为技术有效规模无效,其中河北、江苏、广西为规模报酬递增,需扩大投入体量;而山东、广东为规模报酬递减状态,为提高海洋经济效率,需缩减投入以实现边际报酬的提高。详情见表 9。

表 9 海洋经济利用陆域系统资源各决策单元的投入冗余率和产出不足率结果

DMU	投入冗余率			产出不足率	
	全社会固定资产投资	R&D 经费支出	涉海就业人数	海洋生产总值	海洋生产总值占 GDP 比重
辽宁	50.02%	29.46%	29.46%	0	74.85%
浙江	77.18%	51.76%	51.76%	0	92.36%

#### 四、结语

本文区别于其他陆海统筹状况的定量评价研究,创新性地陆域系统数据向内陆延伸构建陆海巨系统,评价了 2003-2015 年间中国陆域系统与海域系统的相互作用情况,并分析 2015 年陆域经济对海域系统资源、环境、空间的利用效率,海洋经济对陆域系统资金、科技、劳动力的利用效率。

研究发现:

第一,2003-2015 年中国陆海两系统稳步发展,陆域系统年均增速相对较高。以 2012 年为界,经历了由海域系统综合水平领先到陆域系统赶超的过程,研究期内两系统主体要素不断健全,运行机制更加完善。

第二,2003-2015 年中国陆海两系统耦合协调度持续增长,系统间相互作用逐步增强。先后经历了“陆域滞后濒临失调—海域主导勉强协调—海域主导中级协调—陆域主导良好协调—陆域主导优质协调”五个阶段,中国深化陆海统筹效果显著。

第三,2015 年中国整体陆域经济利用海域资源效率低,沿海各省(市)差距较大,内陆地区经济发展尚不能较好利用海域资源。



第四,2015年中国海洋经济对陆域资源的利用效率相较于陆用海略高一筹,但仅属于三级水平。

在统筹规划陆海综合发展布局时,一方面,考虑在陆海协调发展过程中,两系统均暴露出粗放型发展的弊病,资源利用和科技转化率低,环境成本代价大,未来应将陆域污染和海域环境质量的监控有机衔接,重点规范海洋开发秩序,同时,依靠科技创新、成果转化和海陆综合管理水平的提升,实现集约型增长;另一方面,针对陆海经济互动不合理、区域差异大的问题,进一步提升陆海产业对接和互补水平,发挥沿海地区在带动陆海协调发展中的集聚与辐射作用,完善陆海间联系通道体系建设,引导生产要素在陆海产业间流动,大力发展海洋生物、海洋能源等战略性新兴产业。

---

### Study on the Coordination and Economic Interaction Efficiency Evaluation of Land-Marine System in China

Xu Sheng

(School of Economics, Ocean University of China, Qingdao 266100, P. R. China;  
Institute of Marine Development, Ocean University of China, Qingdao 266100, P. R. China)

**Abstract:** By constructing the evaluation index system of land-marine coordination and the land-marine economic interaction efficiency index system respectively, using coupling coordination model and DEA evaluation method, we analyze the coordination of China's land-marine system from four dimensions, which are economic benefit, resource utilization, ecological environment, scientific and technological support, and summarize the interaction efficiency and regularity of land-marine economy. The results show that China's land-marine system experienced the land lagging behind and on the verge of disorder- marine dominating and barely coordination-marine dominating and intermediate coordination-land dominating and good coordination-land dominating and high-quality coordination. At the same time, there are large regional differences and problems such as misallocation, unreasonable input-output scale, low utilization efficiency of marine resources in inland areas and so on in the land-marine economic interaction efficiency. It is necessary to strengthen overall planning for land-marine development, and enhance the level of industrial docking and complementarity. Make sure the coastal areas play a central role in the coordinated development.

**Keywords:** Land-marine system; Coupling coordination; Interactive efficiency of economy; Data envelope analysis

[责任编辑:郝云飞]